

METHOD FOR SURFACE-FINISHING METAL POWDER SINTERED PART

Publication number: JP2000073108

Publication date: 2000-03-07

Inventor: TANIGAWA MASANORI; ABE SATOSHI; MACHIDA SEIZO; URATA NOBORU; FUWA ISAO

Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

Classification:

- international: **B22F3/10; B22F3/105; B22F7/04; B29C67/00; B22F3/10; B22F3/105; B22F7/02; B29C67/00; (IPC1-7): B22F7/04; B22F3/105**

- european:

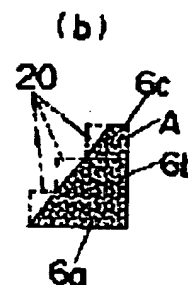
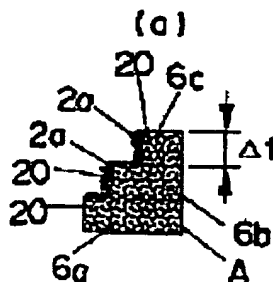
Application number: JP19980240588 19980826

Priority number(s): JP19980240588 19980826

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2000073108

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for surface-finishing metal powder sintered parts by which the surface roughness is small and the surfaces can smoothly be formed. **SOLUTION:** A layer of metal powder is sintered by irradiating the prescribed portion of the layer with laser beams to form a sintered layer 6a. The top of the layer 6a is coated with a layer of the metal powder and this layer is sintered by irradiating the prescribed portion with laser beams to form a sintered layer 6b integrated with the lower sintered layer 6a. These steps are repeated to manufacture metal powder sintered parts A in which a plurality of sintered layers 6a-6c are laminated and integrated with one another. In this case, after or during the manufacture of the metal powder sintered parts A, the stepped part 20 of the end edges of the respective sintered layers 6a-6c forming the surface of the parts A is removed.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-73108

(P2000-73108A)

(43) 公開日 平成12年3月7日 (2000.3.7)

(51) IntCl'	識別記号	FI	テマコード(参考)
B 2 2 F 7/04 3/105		B 2 2 F 7/04 3/10	A 4 K 0 1 8 N

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平10-240588

(22) 出願日 平成10年8月26日 (1998.8.26)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 谷川 正典

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者 阿部 諭

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74) 代理人 100087767

弁理士 西川 恵清 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属粉末焼結部品の表面仕上げ方法

(57) 【要約】

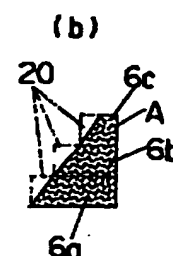
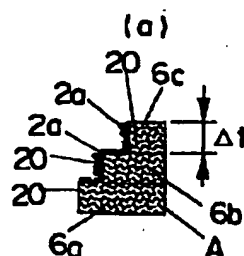
【課題】 表面の粗度が小さく表面を滑らかに形成することができる金属粉末焼結部品の表面仕上げ方法を提供する。

【解決手段】 金属粉末の層の所定箇所にレーザービームを照射して焼結させることによって焼結層6aを形成し、この焼結層6aの上に金属粉末の層を被覆すると共にこの金属粉末の所定箇所にレーザービームを照射して焼結させることによって下の焼結層6aと一体になった焼結層6bを形成し、これを繰り返すことによって複数の焼結層6a, 6b, 6c…が積層一体化された金属粉末焼結部品Aを作製する。この際に、金属粉末焼結部品Aの作製後あるいは作製中に、金属粉末焼結部品Aの表面をなす各焼結層6a, 6b, 6c…の端縁の段差部分20を除去する。

A 金属粉末焼結部品

6a, 6b, 6c 焼結層

20 段差部分



【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属粉末の層の所定箇所にレーザビームを照射して焼結させることによって焼結層を形成し、この焼結層の上に金属粉末の層を被覆すると共にこの金属粉末の所定箇所にレーザビームを照射して焼結させることによって下の焼結層と一体になった焼結層を形成し、これを繰り返すことによって複数の焼結層が積層一体化された金属粉末焼結部品を作製するにあたって、金属粉末焼結部品の作製後あるいは作製中に、金属粉末焼結部品の表面をなす各焼結層の端縁の突出する段差部分を除去することを特徴とする金属粉末焼結部品の表面仕上げ方法。

【請求項2】 金属粉末焼結部品の表面と雌雄反転形状の表面を有する電極を用いて金属粉末焼結部品の表面を放電加工することによって、金属粉末焼結部品の表面をなす各焼結層の端縁の段差部分を除去することを特徴とする請求項1に記載の金属粉末焼結部品の表面仕上げ方法。

【請求項3】 上記電極として、請求項1の金属粉末焼結部品を作製する同じ方法で金属粉末を焼結して作製したものを用いることを特徴とする請求項2に記載の金属粉末焼結部品の表面仕上げ方法。

【請求項4】 金属粉末焼結部品の表面と雌雄反転形状の表面を有する研磨具を金属粉末の焼結で作製し、金属粉末焼結部品と研磨具とを重ね合わせた状態で振動を与えることによって、金属粉末焼結部品の表面をなす各焼結層の端縁の段差部分を除去することを特徴とする請求項1に記載の金属粉末焼結部品の表面仕上げ方法。

【請求項5】 金属粉末焼結部品と研磨具との間に研磨砥粒を入れて振動を与えることを特徴とする請求項4に記載の金属粉末焼結部品の表面仕上げ方法。

【請求項6】 加工経路が数値制御された加工手段を用いて、金属粉末焼結部品の表面をなす各焼結層の端縁の段差部分を除去することを特徴とする請求項1に記載の金属粉末焼結部品の表面仕上げ方法。

【請求項7】 金属粉末焼結部品の作製中に所定数の焼結層を形成した毎に、形成した焼結層の端縁の段差部分を除去することを特徴とする請求項6に記載の金属粉末焼結部品の表面仕上げ方法。

【請求項8】 プラスト加工することによって、金属粉末焼結部品の表面をなす各焼結層の端縁の段差部分を除去することを特徴とする請求項1に記載の金属粉末焼結部品の表面仕上げ方法。

【請求項9】 化学研磨を行なうことによって、金属粉末焼結部品の表面をなす各焼結層の端縁の段差部分を除去することを特徴とする請求項1に記載の金属粉末焼結部品の表面仕上げ方法。

【請求項10】 研磨材を含む液体の流れで研磨を行なうことによって、金属粉末焼結部品の表面をなす各焼結層の端縁の段差部分を除去することを特徴とする請求項

1に記載の金属粉末焼結部品の表面仕上げ方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レーザビームを用いて焼結した金属粉末の焼結層を複数積層一体化して作製される金属粉末焼結部品の表面仕上げ方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 金属粉末の層にレーザビームを照射して焼結させることによって焼結層を形成し、この焼結層の上に金属粉末の層を被覆すると共にこの金属粉末にレーザビームを照射して焼結させることによって下の焼結層と一体になった焼結層を形成し、そしてこれを繰り返すことによって、複数の焼結層が積層一体化された金属粉末焼結部品を作製する方法が例えば特許第260353号公報などで提供されている。

【0003】 図2はその一例を示すものであり、まず図2(a)のように昇降テーブル1の上に金属粉末2をスキージー3で所定の厚みに分与する。昇降テーブル1は基準テーブル4の側面に沿って昇降するものであり、スキージー3は基準テーブル4の上面と同じレベルで水平方向に往復移動するようにしてある。従って、昇降テーブル1の上面と基準テーブル4の上面との間の Δt の段差に相当する厚みで金属粉末2の層を昇降テーブル1の上に形成することができる。この後、図2(b)のように、集光レンズ5で集光したレーザビームLを走査させ、この金属粉末2の層の必要な部分にのみレーザビームLを照射することによって、レーザビームLを照射した部分の金属粉末2の層を焼結し、厚み Δt の焼結層6aを形成させる。次に、昇降テーブル1を Δt の寸法で下降させ、この焼結層6aの上に金属粉末3を供給し、図2(c)のようにスキージー3によって Δt の厚みで金属粉末3の層を焼結層6aの上に被覆させ、次いで図2(d)のようにこの金属粉末2の層の必要な部分にのみレーザビームLを照射して焼結し、焼結層6aの上に焼結層6bを一体に積層させる。

【0004】 そしてこの操作を必要な層数だけ繰り返すことによって、図2(e)のように所定数の焼結層6a～6fを積層一体化し、図3のような複数の焼結層6a～6fからなる金属粉末焼結部品Aを作製することができるものである。

【0005】 ここで、上記のようにして金属粉末焼結部品Aを作製するにあたっては、図4(a)のような製品10を設計する際の三次元CADデータに基づいて、製品10を図4(b)のように所定の間隔 Δt で水平にスライスしたときの各層10a～10fのスライス面の断面データを得て、このスライス断面データを基にして金属粉末2の各層に照射するレーザビームLの走査経路を決定し、各層10a～10fに対応する水平断面形状で各焼結層6a～6fを形成することによって、製品10

(3)

特開2000-73108

3

と同じ三次元形状に金属粉末焼結部品Aを作製することができるものである。そしてこのように各焼結層6a～6fを順次形成して積み重ねていく工法をとることによって、三次元CADにより設計された形状に従って三次元的に切削加工するCAMを用いるような必要がなくなり、二次元的な加工の繰り返しで三次元的な製品を作製することが可能になるものであり、複雑な機構の装置を用いる必要なく迅速に製作を行なうことができるものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記のようにして複数の焼結層6a、6b、6c…を積層一体化して作製される金属粉末焼結部品Aでは、各層の焼結層6a、6b、6c…の端面は垂直面に形成されるために、図1(a)のように金属粉末焼結部品Aの表面をなす焼結層6a、6b、6c…の端縁部は階段状に段差を有するものとして形成されており、しかもこの表面にはレーザービームLによる加熱の余熱によって不要な金属の粉末2aが付着しており、表面の粗度は70～100 μ mRyと非常に粗くなっている。

【0007】しかしながら、金属粉末焼結部品Aを成形金型の部品として使用する場合には、表面粗度は少なくとも7～10 μ mRy以下である必要があり、金属粉末焼結部品Aの適用範囲が限られるという問題があった。

【0008】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、表面の粗度が小さく表面を滑らかに形成することができる金属粉末焼結部品の表面仕上げ方法を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明に係る金属粉末焼結部品の表面仕上げ方法は、金属粉末2の層の所定箇所にレーザービームLを照射して焼結させることによって焼結層6aを形成し、この焼結層6aの上に金属粉末2の層を被覆すると共にこの金属粉末2の所定箇所にレーザービームLを照射して焼結させることによって下の焼結層6aと一体になった焼結層6bを形成し、これを繰り返すことによって複数の焼結層6a、6b、6c…が積層一体化された金属粉末焼結部品Aを作製するにあたって、金属粉末焼結部品Aの作製後あるいは作製中に、金属粉末焼結部品Aの表面をなす各焼結層6a、6b、6c…の端縁の突出する段差部分20を除去することを特徴とするものである。

【0010】また請求項2の発明は、上記の請求項1において、金属粉末焼結部品Aの表面と雌雄反転形状の表面を有する電極11を用いて金属粉末焼結部品Aの表面を放電加工することによって、金属粉末焼結部品Aの表面をなす各焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20を除去することを特徴とするものである。

【0011】また請求項3の発明は、請求項2において、上記電極11として、請求項1の金属粉末焼結部品

4

Aを作製する同じ方法で金属粉末2を焼結して作製したものをを用いることを特徴とするものである。

【0012】また請求項4の発明は、上記の請求項1において、金属粉末焼結部品Aの表面と雌雄反転形状の表面を有する研磨具12を金属粉末2の焼結で作製し、金属粉末焼結部品Aと研磨具12とを重ね合わせた状態で振動を与えることによって、金属粉末焼結部品Aの表面をなす各焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20を除去することを特徴とするものである。

10 【0013】また請求項5の発明は、上記の請求項4において、金属粉末焼結部品Aと研磨具12との間に研磨砥粒13を入れて振動を与えることを特徴とするものである。

【0014】また請求項6の発明は、上記の請求項1において、加工経路が数値制御された加工手段15を用いて、金属粉末焼結部品Aの表面をなす各焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20を除去することを特徴とするものである。

20 【0015】また請求項7の発明は、上記の請求項6において、金属粉末焼結部品Aの作製中に所定数の焼結層6a、6b、6c…を形成した毎に、形成した焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20を除去することを特徴とするものである。

【0016】また請求項8の発明は、上記の請求項1において、ブラスト加工することによって、金属粉末焼結部品Aの表面をなす各焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20を除去することを特徴とするものである。

30 【0017】また請求項9の発明は、上記の請求項1において、化学研磨を行なうことによって、金属粉末焼結部品Aの表面をなす各焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20を除去することを特徴とするものである。

【0018】また請求項10の発明は、上記の請求項1において、研磨材を含む液体の流れで研磨を行なうことによって、金属粉末焼結部品Aの表面をなす各焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20を除去することを特徴とするものである。

【0019】

40 【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0020】金属粉末焼結部品Aは既述の図2～図4のようにして、金属粉末2の層にレーザービームを照射して焼結させることによって焼結層6aを形成し、この焼結層6aの上に金属粉末2の層を被覆すると共にこの金属粉末2にレーザービームLを照射して焼結させることによって下の焼結層6aと一体になった焼結層6bを形成し、そしてこれを繰り返すことによって、複数の焼結層6a、6b、6c…を積層一体化させることによって、作製することができる。ここで、金属粉末2としては例

(4)

特開2000-73108

5

例えば粒径20~30 μ m程度のブロンズとニッケルの混合粉末を用いることができ、また各焼結層6a、6b、6c…は厚み $\Delta t=0.05\sim0.1$ mm程度に形成することができる。

【0021】そしてこのように作製した金属粉末焼結部品Aの表面（主として側面）は各焼結層6a、6b、6c…の端縁部で形成されているが、既述の図1（a）のように各焼結層6a、6b、6c…の端縁は階段状の段差を有しており、焼結層6a、6b、6c…の端面の下端とこの焼結層6a、6b、6c…の端縁の露出する上面の基部とを結ぶ面よりも突出するこの段差部分20で金属粉末焼結部品Aの表面には凹凸ができて表面が粗くなっている。

【0022】そこで請求項1の発明では、金属粉末焼結部品Aの作製後あるいは、作製プロセス中の半製品の状態で、金属粉末焼結部品Aの表面をなす各焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20を図1（b）のように除去することによって、金属粉末焼結部品Aの表面の粗度を小さくして表面を滑らかに形成するようにしている。

【0023】各焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20を除去する表面仕上げ加工手段としては、図5のようにエンドミルなどの加工手段15を用いて切削したり、研磨したり、ブラスト処理したりする機械的手段や、レーザビームなどを照射する加熱による熱的手段や、化学研磨などの化学的方法等、任意の手段を採用することができる。

【0024】図6は請求項2の発明の実施の形態の一例を示すものであり、金属粉末焼結部品Aの表面に放電加工用の電極11を対向させて配置し、電極11と金属粉末焼結部品Aの間にパルス電圧を印加することによって、金属粉末焼結部品Aの表面をなす各焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20をアーク放電で熔融させて除去するようにしたものである。ここで、金属粉末焼結部品Aの表面のうち、各焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20は突起となって突出しているの、電極11との距離が最も最短なこの段差部分20からアーク放電が開始され、各焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20が優先的に熔融除去されて、金属粉末焼結部品Aの表面の粗度を小さくして表面を滑らかに形成することができるものである。

【0025】電極11は銅（Cu）や銀タングステン（AgW）などを材料として作製されるが、金属粉末焼結部品Aの三次元表面に全面に亘って同じ距離のギャップ（隙間）で電極11を近接させるように配置して、金属粉末焼結部品Aの表面の全面を均一に放電加工するのが好ましい。このため、金属粉末焼結部品Aの表面と雌雄反転形状に表面を形成するように作製した電極11を用い、金属粉末焼結部品Aの表面に電極11の雌雄反転形状の表面を全面に亘って同じ距離のギャップで近接対

6

向させるようにしてある。このように電極11の表面を金属粉末焼結部品Aの表面と雌雄反転形状に形成するには、既述のように金属粉末焼結部品Aを製作する際に用いた三次元CADデータを反転させ、この反転させたCADデータを使用して切削加工などを行なうことによって、実施することができる。従って電極11を作製するためのCADデータを新たに作成する必要なくなり、容易に電極11を作製することができるものである。

【0026】また、電極11として、金属粉末焼結部品Aの表面と電極11の表面との間のギャップが0.2mm程度になるようにした粗加工用電極11と、金属粉末焼結部品Aの表面と電極11の表面との間のギャップが0.05mm程度になるようにした仕上げ加工用電極11と、金属粉末焼結部品Aの表面と電極11の表面との間のギャップがこの中間の中加工用の電極11を用い、まず粗加工用の電極11を用いて放電加工することによって金属粉末焼結部品Aの表面を粗加工し、次に中加工用の電極11を用いて放電加工することによって金属粉末焼結部品Aの表面を中加工し、最後に仕上げ加工用の電極11を用いて放電加工することによって金属粉末焼結部品Aの表面を仕上げ加工するようにするのが好ましい。図7に銅（Cu）や銀タングステン（AgW）で作製した電極11を用いて粗加工、中加工、仕上げ加工したときの金属粉末焼結部品Aの表面粗さを示す。

【0027】尚、金属粉末焼結部品Aの表面と雌雄反転形状の表面を有する電極11を作製することが困難な場合には、電極11を丸棒や角棒などの単一形状に作製し、NC（数値制御）を有する放電加工機を用いて金属粉末焼結部品Aの表面との間に一定のギャップを確保しながら、この電極11で放電加工を行なうことができる。

【0028】請求項3の発明は、電極11を上記のように銅や銀タングステンを材料として切削加工等して作製するのではなく、ブロンズとニッケルの混合粉末など金属粉末を用いて金属粉末焼結部品Aを作製する既述の図2~図4と同じ方法で、電極11を作製するようにしたものである。

【0029】すなわち、金属粉末焼結部品Aを作製する際に用いた三次元CADデータを反転させて使用し、この反転させたCADデータに基づいてスライス断面データを得て、このスライス断面データを基にして金属粉末2の各層に照射するレーザビームLの走査経路を決定し、金属粉末焼結部品Aの各焼結層6a、6b、6c…と雌雄反転して対応する断面形状で各焼結層21a、21b、21c…を形成することによって、図8のように金属粉末焼結部品Aの表面と雌雄反転形状の表面を有する電極11を作製することができるものである。このように金属粉末の焼結で電極11を作製することによって、切削加工等で電極11を作製する場合の1/2以下の時間で作製が可能になり、切削加工等では困難な隅部

(5)

特開2000-73108

7

のエッジや微小な凹凸形状、深いリブ溝などの形成も容易に行なうことができるものである。また、電極11を作製するためのCADデータを新たに設計する必要がなくなり、容易に電極11を作製することができるものである。

【0030】この金属粉末の焼結で作製された電極11は導電性を有するので、上記と同様に金属粉末焼結部品Aの表面にこの電極11を対向させて配置し、電極11と金属粉末焼結部品Aの間にパルス電圧を印加することによって、金属粉末焼結部品Aの表面をなす各焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20をアーク放電で溶融させて除去することができるものである。ここで、金属粉末焼結部品Aの表面のうち、各焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20は突起となって突出しているため、電極11との距離が最も最短なこの段差部分20からアーク放電が開始され、各焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20が優先的に溶融除去されて、金属粉末焼結部品Aの表面の粗度を小さくして表面を滑らかに形成することができるものである。

【0031】また上記と同様に、電極11として、金属粉末焼結部品Aの表面と電極11の表面との間のギャップが0.2mm程度になるようにした粗加工用電極11と、金属粉末焼結部品Aの表面と電極11の表面との間のギャップが0.05mm程度になるようにした仕上げ加工用電極11と、金属粉末焼結部品Aの表面と電極11の表面との間のギャップがこの中間の中加工用の電極11を用い、まず粗加工用の電極11を用いて放電加工することによって金属粉末焼結部品Aの表面を粗加工し、次に中加工用の電極11を用いて放電加工することによって金属粉末焼結部品Aの表面を中加工し、最後に仕上げ加工用の電極11を用いて放電加工することによって金属粉末焼結部品Aの表面を仕上げ加工するようにするのが好ましい。

【0032】ここで、電極11を上記のように金属粉末の焼結層21a、21b、21c…を一体に積層することによって作製するにあたって、電極11の表面の粗度は焼結層21a、21b、21c…の積層段差があらわれる積層面と垂直な端面が最も粗くなり、金属粉末焼結部品Aに電極11を近接配置して放電加工するにあたって、図11のように金属粉末焼結部品Aの焼結層6a、6b、6c…に対して電極11の焼結層21a、21b、21c…が平行であると、金属粉末焼結部品Aの粗な端面に電極11の粗な端面が対向することになり、金属粉末焼結部品Aと電極11の間のギャップを均一にすることが難しく、金属粉末焼結部品Aの表面の仕上げ加工精度が悪くなる。従って、金属粉末焼結部品Aが図9

(a)のように焼結層6a、6b、6c…を積層して作製されている場合には、図9(b)や図9(c)のように焼結層6a、6b、6c…の積層方向と直交する方向で焼結層21a、21b、21c…を積層して作製した

8

電極11を用い、また金属粉末焼結部品Aが図10

(a)のように焼結層6a、6b、6c…を積層して作製されている場合には、図10(b)や図10(c)のように焼結層6a、6b、6c…の積層方向と直交する方向で焼結層21a、21b、21c…を積層して作製した電極11を用いるのが好ましい。

【0033】図12は請求項4の発明の実施形態の一例を示すものであり、上記の電極11の場合と同様に、金属粉末焼結部品Aを作製する際に用いた三次元CADデータを反転させて使用し、この反転させたCADデータに基づいてスライス断面データを得て、このスライス断面データを基にして金属粉末2の各層に照射するレーザービームLの走査経路を決定し、金属粉末焼結部品Aの各焼結層6a、6b、6c…と雌雄反転して対応する断面形状で焼結層22a、22b、22c…を形成することによって、金属粉末焼結部品Aの表面と雌雄反転形状の表面を有する研磨具12を作製する。従って、研磨具12を作製するためのCADデータを新たに設計する必要がなくなり、容易に研磨具12を作製することができるものである。このとき、金属粉末焼結部品Aに研磨具12をその雌雄反転の表面同士ではめ合わせた際に最小限ギャップが形成されるように研磨具12を作製するものであり、このギャップは金属粉末焼結部品Aや研磨具12の形状精度や表面粗さなどによって異なるが、約0.1~0.2mm程度が好ましい。

【0034】そして金属粉末焼結部品Aの表面に研磨具12の雌雄反転形状の表面を重ね、金属粉末焼結部品Aと研磨具12のどちらか一方を固定すると共に他方に図12の矢印のように振動を加え、金属粉末焼結部品Aと研磨具12の表面同士をぶつかり合わせたり擦り合わせたりすることによって、金属粉末焼結部品Aの各焼結層6a、6b、6c…の端縁の突出する段差部分20が潰れて、金属粉末焼結部品Aの表面の粗度を小さくして表面を滑らかに形成することができるものである。このとき与える振動の振動数は、金属粉末焼結部品Aの表面状態や硬度、形状等により異なるが、1500~25000v.p.m(バイブレーション・パー・ミニッツ)程度が好ましい。また金属粉末焼結部品Aにおいて細リブや微小形状など強度的に非常に弱い部分を持つ場合ほど、高振動・低加重による擦りあわせで研磨を行なうようにするのが好ましい。振動は上下方向及び水平方向への混合された運動で行なうようにしているので、振動モータやパイプブレータなどを組み合わせて用いるのがよい。

【0035】図13は請求項5の発明の実施の形態の一例を示すものであり、図12のものにおいて、金属粉末焼結部品Aと研磨具12の表面の間に研磨砥粒13を入れた状態で振動を加えることによって、金属粉末焼結部品Aの表面の研磨の効率を高めるようにしたものである。研磨砥粒13としては、粒径が金属粉末2の焼結粒

(6)

特開2000-73108

9

子より大きい数 μm ～数百 μm 程度のものを用いるのが好ましい。また金属粉末焼結部品Aと研磨具12の間のギャップが、研磨砥粒13の粒径及びプラスアルファを付加して、約0.2～0.4mm程度に設定されるように、研磨具12を作製するのが好ましい。また金属粉末焼結部品Aと研磨具12の表面の間に研磨砥粒13を入れた状態で振動を加えて研磨を行なうにあたって、研磨砥粒13が金属粉末焼結部品Aと研磨具12の間から洩れるのを防ぐために、金属粉末焼結部品Aと研磨具12の間の隙間を外周からテープで塞ぐようにするのが好ましい。

【0036】そして金属粉末焼結部品Aと研磨具12のどちらか一方を固定すると共に他方に図13の矢印のように振動を加え、研磨砥粒13で金属粉末焼結部品Aの各焼結層6a, 6b, 6c…の端縁の突出する段差部分20を磨減させ、金属粉末焼結部品Aの表面の粗度を小さくして表面を滑らかに形成することができるものである。このとき与える振動の振動数は、金属粉末焼結部品Aの表面状態や硬度、形状等により異なるが、1500～25000 v. p. m程度が好ましい。また金属粉末焼結部品Aにおいて細リブや微小形状など強度的に非常に弱い部分を持つ場合ほど、高振動・低加重による擦りあわせで研磨を行なうようにするのが好ましい。振動は上下方向及び水平方向への混合された運動で行なうようにしているので、振動モータやパイププレートなどを組み合わせて用いるのがよい。

【0037】図14は請求項6の発明の実施の形態の一例を示すものであり、加工経路が数値制御(NC)された加工手段15を用いて、金属粉末焼結部品Aの表面をなす各焼結層6a, 6b, 6c…の端縁の突出する段差部分20を除去するようにしたものである。ここで、金属粉末焼結部品Aを作製する際に用いた三次元CADデータを元にして直接、NCデータを作成することができ、このNCデータにより制御可能なNCマシンでエンドミルや軸付き砥石などの加工手段15を金属粉末焼結部品Aの表面に沿った加工経路でを移動させ、金属粉末焼結部品Aの表面を加工手段15で仕上げ加工して、金属粉末焼結部品Aの表面の粗度を小さくして表面を滑らかに形成することができるものである。従って、加工手段15による加工経路のNCデータを新たに設計する必要がなくなり、設計のための工数や費用を削減することができるものである。

【0038】この場合、使用するNCマシンは金属粉末焼結部品Aの各焼結層6a, 6b, 6c…の積層ピッチ、すなわち各焼結層6a, 6b, 6c…の厚み寸法より小さい寸法で移動や制御が可能なものを用いるのが好ましい。例えば、金属粉末焼結部品Aの積層ピッチが0.05mmの場合には、NCマシンは0.001mmの最小移動指令で加工手段15を制御できるものを用いることができる。これにより、形状精度は三次元CAD

10

設計値の $\pm 0.05\text{mm}$ 以下の確保が可能になり、また金属粉末焼結部品Aの表面粗さも $Ry 10\mu\text{m}$ 以下を確保することが可能になる。

【0039】ここで、加工手段15としてエンドミルなどを用いて切削加工のように除去加工することによって金属粉末焼結部品Aの表面を仕上げ加工する場合、金属粉末焼結部品Aを造形した後に金属粉末焼結部品Aの表面に樹脂を含浸させ、この状態で除去加工を行なうと、金属粉末焼結部品Aの表面粗さは $Ry 5\mu\text{m}$ 以下を確保することができる。すなわち金属粉末の焼結品は密度が低く、図15(a)のように焼結粒子23間に空隙24が多いので、その表面を切削等して除去することによって表面仕上げしても、図15(b)のように仕上げ表面には空隙24が表われるために粗さはそれほど向上しない。これに対して、図16(a)のように金属粉末焼結部品Aの表面部に樹脂25を含浸して焼結粒子23間の空隙24を埋めた後に、表面を切削等して除去することによって表面仕上げをすると、図16(b)のように仕上げ表面には空隙24が表われないので、表面の粗度を小さくすることができるものである。

【0040】図17は請求項6の発明の上記の加工手段15としてエンドミル15aを用いるようにした例を示すものであり、モータ等を内蔵する工具体26にエンドミル15aを回転駆動自在に取付けてある。このエンドミル15aとしてはフラットエンドミルやボールエンドミルなどを用いることができ、既述のようにNC制御して通常の金属の切削加工と同様に金属粉末焼結部品Aの表面を切削加工することによって、金属粉末焼結部品Aの表面を平滑に仕上げることができるものである。またこのようにエンドミル15aで切削加工すると、切り屑は焼結金属の細かい粉として生成されるので、エアブローによる処理のみで切り屑の処理を行なうことができる。さらに、従来の工法では荒加工が必要であるが、この方法では仕上げ加工のみで良く、高精度の仕上げ加工が可能である。また金属粉末焼結部品Aを作製する装置から取り出すことなく、そのまま同一装置で仕上げ加工を行なうことができるものである。これにより、形状精度は三次元CAD設計値の $\pm 0.05\text{mm}$ 以下の確保が可能になり、また金属粉末焼結部品Aの表面粗さも $Ry 10\mu\text{m}$ 以下を確保することが可能になる。さらに、金属粉末焼結部品Aの表面に樹脂を含浸させた状態で加工を行なうと、金属粉末焼結部品Aの表面粗さは $Ry 5\mu\text{m}$ 以下を確保することができる。

【0041】図18は請求項6の発明の上記の加工手段15として軸27の先端に砥石28を設け軸付き砥石15bを用いるようにした例を示すものであり、モータ等を内蔵する工具体26に軸付き砥石15bを回転駆動自在に取付けてある。そして既述のようにNC制御して軸付き砥石15bの砥石28で金属粉末焼結部品Aの表面を研磨加工することによって、金属粉末焼結部品Aの

11

表面を平滑に仕上げることができるものである。使用する砥石 28 は金属粉末焼結部品 A の表面粗さ等により異なるが、粒度が #60 ~ #1000 程度のものを用いるのが好ましい。またこのように軸付き砥石 15b で研磨加工すると、削り屑は焼結金属の細かい粉として生成されるので、エアブローによる処理のみで削り屑の処理を行なうことができる。これにより、形状精度は三次元 CAD 設計値の $\pm 0.05\text{mm}$ 以下の確保が可能になり、また金属粉末焼結部品 A の表面粗さも $Ry 10\mu\text{m}$ 以下を確保することが可能になる。

【0042】図 19 は請求項 6 の発明の上記の加工手段 15 として軸 27 の先端に取付けたパフ 15c を用いるようにした例を示すものであり、モータ等を内蔵する工具体 26 に軸 27 を回転駆動自在に取付けてある。そして既述のように NC 制御してパフ 15c で金属粉末焼結部品 A の表面を研磨加工することによって、金属粉末焼結部品 A の表面を平滑に仕上げるができるものである。パフ 15c としては金属粉末焼結部品 A の表面粗さ等により異なるが、ボールエンドミル型の金属の軸 27 に巻いた布パフを用いることができ、布パフの粒度は #1000 ~ #2000 程度のものを用いることができる。またこのようにパフ 15c で研磨加工すると、削り屑は焼結金属の細かい粉として生成されるので、エアブローによる処理のみで削り屑の処理を行なうことができる。これにより、形状精度は金属粉末焼結部品 A の造形時と同レベルであるが、金属粉末焼結部品 A の表面粗さは $Ry 10\mu\text{m}$ 以下を確保することが可能になる。さらに、金属粉末焼結部品 A の表面に樹脂を含浸させた状態で加工を行なうと、金属粉末焼結部品 A の表面粗さはさらに小さくなる。また、図 17 や図 18 の加工法と組み合わせ使用した場合、形状精度は三次元 CAD 設計値の $\pm 0.05\text{mm}$ 以下の確保が可能になり、高品質な表面粗さを確保することが可能になる。

【0043】図 20 は請求項 6 の発明の上記の加工手段 15 としてレーザービーム L を用いるようにしたものである。すなわち、金属粉末焼結部品 A は、既述の図 2 ~ 図 4 のように、金属粉末 2 の層にレーザービーム L を照射して形成される複数の焼結層 6a, 6b, 6c... を積層一体化させることによって作製されるが、このようにレーザービーム L で金属粉末 2 を焼結させて金属粉末焼結部品 A を作製した後に、再度レーザービーム L を金属粉末焼結部品 A の表面に沿って照射することによって、金属粉末焼結部品 A の表面を溶融させて各焼結層 6a, 6b, 6c... の端縁の段差部分 20 を除去し、金属粉末焼結部品 A の表面を平滑化することができるものである。このとき、金属粉末焼結部品 A を作製する際に用いた三次元 CAD データやスライス断面データを基にして、NC データを作成し、この NC データにより制御可能な NC マシンでレーザービーム L を金属粉末焼結部品 A の表面に沿った加工経路で移動させ、レーザービーム L を金属粉

(7)

特開 2000-73108

12

末焼結部品 A の表面に沿って照射することができるものである。従って、レーザービーム L による加工経路の NC データを新たに設計する必要がなくなり、設計のための工数や費用を削減することができるものである。

【0044】そして上記のように、レーザービーム L で金属粉末 2 を焼結させて金属粉末焼結部品 A を作製した後に、再度レーザービーム L を金属粉末焼結部品 A の表面に沿って照射することによって、図 21 (a) のように金属粉末焼結部品 A の表面をなす各焼結層 6a, 6b, 6c... の端縁の段差部分 20 に付着する未焼結粒子 31 を溶融させ、この溶融させた未焼結粒子 31 で段差部分 20 の間を埋めることによって図 21 (c) のように段差部分 20 を除去し、金属粉末焼結部品 A の表面を平滑化することができるものである。ここで、金属粉末 2 を焼結させて金属粉末焼結部品 A を作製する際に照射するレーザービーム L はジャストフォーカスであるが、この仕上げ加工の際に照射するレーザービーム L は図 21 (b) のように、ジャストフォーカスから焼結層 6a, 6b, 6c... の積層厚みの $1/2$ だけ下方へ焦点をずらせたパンフォーカスにし、またレーザー強度を 30 ~ 80 % 低下させるようにして行なうのが好ましい。

【0045】図 22 は請求項 6 の発明の上記の加工手段 15 として磁気研磨機 15d を用いるようにしたものである。磁気研磨機 15d は鉄心 33 の周囲にコイル 34 を設けて形成される回転ヘッド 35 をモータ等を内蔵する工具体 26 に回転駆動自在に取付けて形成されるものであり、コイル 34 によって鉄心 33 は電磁石として作用をするものである。そして回転ヘッド 35 の鉄心 33 と金属粉末焼結部品 A の表面との間に鉄粉 36 と研磨材 37 を挿入し、鉄心 33 を励磁させて電磁石にした状態で回転ヘッド 35 を回転させながら、金属粉末焼結部品 A の表面に沿う加工経路で磁気研磨機 15d を移動させることによって、研磨材 37 による研磨作用で、金属粉末焼結部品 A の表面をなす各焼結層 6a, 6b, 6c... の端縁の突出する段差部分 20 を研磨除去することができるものである。このとき、金属粉末焼結部品 A を作製する際に用いた三次元 CAD データやスライス断面データを基にして、NC データを作成し、この NC データにより制御可能な NC マシンで磁気研磨機 15d を金属粉末焼結部品 A の表面に沿った加工経路で移動させることができるものである。従って、磁気研磨機 15d の加工経路の NC データを新たに設計する必要がなくなり、設計のための工数や費用を削減することができるものである。

【0046】ここで、鉄粉 36 は鉄心 33 に吸着されて保持されており、図 23 に示すように鉄粉 36 間の隙間に存在する研磨材 37 が鉄粉 36 と共に金属粉末焼結部品 A の表面に押し付けられて、金属粉末焼結部品 A の表面を研磨加工することができるものである。鉄粉 36 の層は金属粉末焼結部品 A の表面形状にならうため、金属

粉末焼結部品Aの表面に微小な凹凸があっても、均一な仕上げ加工を行なうことができるものである。この場合、金属粉末焼結部品Aの材質は磁性体である必要はないが、鉄系などの磁性体であることが望ましい。このように金属粉末焼結部品Aが磁性体であると、鉄粉33は金属粉末焼結部品Aの表面にも吸引されるために、金属粉末焼結部品Aの表面を研磨仕上げする効果を高く得ることができる。

【0047】図24及び図25は、加工手段15としてエンドミル15aを用いる図17の実施形態において、エンドミル15aの送りピッチpを金属粉末焼結部品Aの焼結粒子23の粒径と同程度もしくはそれ以下に短く設定して、断続的に移動させるようにしたものである。このとき、金属粉末焼結部品Aを作製する際に用いた三次元CADデータやスライス断面データを基にして、NCデータを作成し、このNCデータを微細化することによって、エンドミル15aの送りピッチpを金属粉末焼結部品Aの焼結粒子23の粒径と同程度もしくはそれ以下に短く設定することができる。例えば、金属粉末焼結部品Aの焼結粒子23の粒径が20~30 μ mであれば、エンドミル15aの1動作での送りピッチpを5 μ m程度に設定するのが好ましい。またエンドミル15aの送り動作毎にNCマシン側でブロックチェックを行なうようにするのが好ましい。このように、エンドミル15aの送りピッチpを金属粉末焼結部品Aの焼結粒子23の粒径と同程度もしくはそれ以下に短く設定して、断続的に移動させて切削を行なうと、切削された切り屑は焼結する前の金属粉末2の粒径に近い細かなものとなり、この切り屑を金属粉末焼結部品Aを製造する金属粉末2に混合して再利用することが可能になり、省資源の上で好ましいものである。

【0048】図26及び図27は、加工手段15としてエンドミル15aを用いる図17の実施形態において、エンドミル15aとして先端部に先端が尖った小さな突起39を多数設けたものを用いるようにしたものである。この突起39の高さや基部の寸法は、金属粉末焼結部品Aの焼結粒子23の粒径と同程度もしくはそれ以下に形成するものである。例えば、金属粉末焼結部品Aの焼結粒子23の粒径が20~30 μ mであれば、エンドミル15aの先端部の突起39高さや基部の寸法は5 μ m程度に形成するのが好ましい。またエンドミル15aの送りピッチpを金属粉末焼結部品Aの焼結粒子23の粒径と同程度もしくはそれ以下に短く設定して、断続的に移動させて切削を行なうようにするのが好ましい。このように先端に小さな突起39を多数設けたエンドミル15aを用いて金属粉末焼結部品Aの切削加工を行なうと、切削された切り屑は焼結する前の金属粉末2の粒径に近い細かなものとなり、この切り屑を金属粉末焼結部品Aを製造する金属粉末2に混合して再利用することが

可能になり、省資源の上で好ましいものである。

【0049】図28及び図29は、加工手段15としてエンドミル15aを用いる図17の実施形態において、エンドミル15aを金属粉末焼結部品Aの表面に沿って移動（走査）させて切削加工を行なうにあたって、エンドミル15aに振動を与えながら移動させるようにしたものである。振動を与える方向は、図29(a)の矢印のようなエンドミル15aの回転方向、図29(b)の矢印のようなエンドミル15aの移動（走査）方向、図29(c)の矢印のようなエンドミル15aの上下方向（軸方向）が好ましく、振動数は1000~300000 v. p. mに設定するのが好ましい。このようにエンドミル15aに振動を与えながら金属粉末焼結部品Aの切削加工を行なうと、切削された切り屑は焼結する前の金属粉末2の粒径に近い細かなものとなり、この切り屑を金属粉末焼結部品Aを製造する金属粉末2に混合して再利用することが可能になり、省資源の上で好ましいものである。

【0050】上記の図17~図29の実施の形態を実施するにあたっては、金属粉末焼結部品Aの造形を完成した後に、金属粉末焼結部品Aの表面の全面を加工手段15で仕上げ加工を行なうようにすることができる。このとき、金属粉末焼結部品Aを作製する際に用いた三次元CADデータを基にして、NCデータを作成し、このNCデータにより制御可能なNCマシンで加工手段15を金属粉末焼結部品Aの表面に沿った加工経路で移動させて、仕上げ加工を行なうことができるものである。このように三次元CADデータを基にしてNCデータを作成することができるため、加工手段15の加工経路のNCデータを新たに設計する必要がなくなり、NCデータの設計のための工数や費用を削減することができるものである。ここで、加工手段15による金属粉末焼結部品Aの表面の仕上げ加工は、金属粉末焼結部品Aの造形とは別の工程で行なうようにしてもよいが、金属粉末焼結部品Aの造形を行なった装置の上で、引き続いて表面の仕上げ加工を行なうようにしてもよく、この場合には金属粉末焼結部品Aを新たにセッティングし直す必要がなくなるので、工数を低減することができるものである。

【0051】また上記のように、金属粉末焼結部品Aの造形を完成した後に、金属粉末焼結部品Aの表面の全面を加工手段15で仕上げ加工するにあたって、金属粉末焼結部品Aを作製する際に用いた三次元CADデータから生成されるスライス断面データを利用してNCデータを作成し、このNCデータにより制御可能なNCマシンで加工手段15を金属粉末焼結部品Aの表面に沿った加工経路で移動させて、仕上げ加工を行なうようにすることもできる。

【0052】すなわち、既述のように、図4(a)のような製品10を設計する際の三次元CADデータに基づいて、製品10を図4(b)のように所定の間隔 Δt

15

(焼結層 6a, 6b, 6c...の厚み)で水平にスライスしたときの各層 10a, 10b, 10c...のスライス断面データを得ることができる。そして既述のようにこの各スライス断面データを基にして金属粉末 2 の各層に照射するレーザビーム L の走査経路の NC データを生成し、各層 10a, 10b, 10c...に対応する水平断面形状で各焼結層 6a, 6b, 6c...を形成することによって、製品 10 と同じ三次元形状に金属粉末焼結部品 A を作製するようにしているのである。このようにレーザビーム L の走査経路を生成するスライス断面データが存在するので、このスライス断面データを直接利用して図 30 のように加工手段 15 の走査経路 (加工経路) の NC データを生成し、この走査経路の NC データに従って数値制御をして加工手段 15 を図 31 のように金属粉末焼結部品 A の各焼結層 6a, 6b, 6c...に沿って移動させ、加工手段 15 を金属粉末焼結部品 A の表面の仕上げ加工を行なうことができるものである。このようにスライス断面データを基にして NC データを作成することができるため、加工手段 15 の加工経路の NC データを新たに設計する必要がなくなり、NC データの設計のための工数や費用を削減することができるものである。

【0053】また上記のようにスライス断面データを直接利用して加工手段 15 の走査経路の NC データを生成するにあたって、スライス断面データから生成される金属粉末焼結部品 A を作製する際のレーザビーム L の走査経路 (図 32 (a) に斜線でその走査経路の範囲を示す) のうち、レーザビーム L が境界 (走査経路の範囲の外周の端縁) を走査する経路を加工手段 15 が走査する経路の NC データとして図 33 のように生成し、この走査経路の NC データに従って数値制御をして加工手段 15 を図 32 (b) のように焼結層 6a, 6b, 6c...の外周の端縁に沿って移動させるようにすることができる。このように金属粉末焼結部品 A を作製する際にレーザビーム L が各焼結層 6a, 6b, 6c...の外周の端縁を走査する経路をそのまま加工手段 15 が走査する経路とすることができるものであり、新たな CAM 処理による加工走査経路を生成する必要がなくなるものである。

【0054】また既述のように、図 4 (a) のような製品 10 を設計する際の三次元 CAD データに基づいて、製品 10 を図 4 (b) のように所定の間隔 Δt (焼結層 6a, 6b, 6c...の厚み) で水平にスライスしたときの各層 10a, 10b, 10c...のスライス断面データを得て、この各スライス断面データを基にして金属粉末 2 の各層に照射するレーザビーム L の走査経路の NC データを生成し、各層 10a, 10b, 10c...に対応する水平断面形状で各焼結層 6a, 6b, 6c...を形成することによって、製品 10 と同じ三次元形状に金属粉末焼結部品 A を作製するようにしている。そして上記の実施形態では金属粉末焼結部品 A を作製する際にレーザビーム L が各焼結層 6a, 6b, 6c...の外周の端縁を走

(9)

特開 2000-73108

16

査する経路から加工手段 15 の走査経路の NC データを生成し、この走査経路の NC データに従って加工手段 15 を金属粉末焼結部品 A の各焼結層 6a, 6b, 6c...に沿って移動させるようにしているが、加工手段 15 の走査経路がレーザビーム L の走査経路の一つ前の焼結層 6a, 6b, 6c...での走査経路に設定されるように、加工手段 15 の走査経路の NC データを生成するようにしてもよい。すなわち図 34 に示すように、焼結層 6n の外周の端縁に沿って加工手段 15 を走査させて仕上げ加工するにあたって、この焼結層 6n の一つ前の焼結層 6n-1 の外周の端縁を作製するレーザビーム L の走査経路で加工手段 15 を走査させるようにするものである。このようにすれば、加工手段 15 による切りこみ量が焼結層 6a, 6b, 6c...の層分大きくなり、各焼結層 6a, 6b, 6c...の外周の端縁の段差部分 20 を除去する効果を顕著に得ることができるものである。

【0055】このとき、加工手段 15 としてエンドミル 15a を用いる場合、エンドミル 15a の先端面の周囲に焼結層 6a, 6b, 6c...の積層厚み (積層ピッチ) よりわずかに曲率半径の大きい R が付いたものを用いるのが好ましい。このようなエンドミル 15a を用いて切りこみ量が大きい切削を行なうことにより、焼結層 6a, 6b, 6c...の積層段差をならす効果を高く得ることができるものであり、特に焼結層 6a, 6b, 6c...の積層段差が急な場合に有効である。しかし、アンダーカットのある形状には不向きで適用することはできない。また、焼結層 6n と一つ前の焼結層 6n-1 との間の段差 L よりも直径 D の大きいエンドミル 15a を用いるのが好ましい。

【0056】また上記のように、金属粉末焼結部品 A を作製する際にレーザビーム L が各焼結層 6a, 6b, 6c...の外周の端縁を走査する経路を加工手段 15 が走査する経路とするように NC データを生成するにあたって、隣り合う焼結層 6a, 6b, 6c...の間に層間を補間する仮想の層を設定し、この仮想の層の外周の端縁を走査する経路でも加工手段 15 で仕上げ加工がなされるようにすることもできる。すなわち、図 36 に示すように、焼結層 6n の一つ前の焼結層 6n-1 の間と一つ後の焼結層 6n+1 の間にそれぞれ仮想の層 6n-1/2 と層 6n+1/2 を設定する。仮想の層 6n-1/2 の外周の端縁は焼結層 6n の外周の端縁と焼結層 6n-1 の外周の端縁を結ぶ線の中点が連なる線として設定され、仮想の層 6n+1/2 の外周の端縁は焼結層 6n の外周の端縁と焼結層 6n+1 の外周の端縁を結ぶ線の中点が連なる線として設定されるものである。そしてこのように隣り合う焼結層 6a, 6b, 6c...の層間を補間する仮想の層 6n-1/2, 6n+1/2 の外周の端縁を走査する経路でも加工手段 15 で仕上げ加工がなされるようにすることによって、図 37 のように加工手段 15 の走査経路の間隔が狭くなり、金属粉末焼結部品 A の表面をより滑らかに仕上げるることができるもので

ある。

【0057】さらにこのように隣り合う焼結層6a, 6b, 6c…の層間を補間する仮想の層を設定してこの層の外周端縁を走査する経路でも仕上げ加工を行なうにあたって、隣り合う焼結層6a, 6b, 6c…の層間を複数の走査経路で仕上げ加工するようにすることもできる。すなわち、まず既述の三次元CADデータに基づいて、図38(a)のように焼結層6nの外周端縁のある点Pnでの接線ベクトルTを求め、この接線ベクトルTを法線ベクトルとする平面Sを求める(この平面Sを図38に斜線を入れて示す)と共に焼結層6nと隣り合う焼結層6n-1の外周端縁とこの平面Sとの交点Pn-1を求める。そして点Pnと点Pn-1を結ぶ線分Lを図38

(b)のように求め、さらにこの線分Lをm等分(図38(c)では4等分)する点P1, P2, P3を求める。そして焼結層6nの外周端縁を所定間隔で一一周する各箇所でこの点P1, P2, P3を求め、各個所でのこのP1, P2, P3を結ぶ線L1, L2, L3が隣り合う焼結層6a, 6b, 6c…の層間で加工手段15を走査させる経路となるものである。このように隣り合う焼結層6a, 6b, 6c…の層間を補間する複数の走査経路でも加工手段15で仕上げ加工がなされるようにすることによって、金属粉末焼結部品Aの表面を一層滑らかに仕上げることができるものである。

【0058】金属粉末焼結部品Aは既述の図2～図4のように、金属粉末2の層にレーザービームを照射して焼結させることによって焼結層6aを形成し、この焼結層6aの上に金属粉末2の層を被覆すると共にこの金属粉末2にレーザービームLを照射して焼結させることによって下の焼結層6aと一体になった焼結層6bを形成し、そしてこれを繰り返すことによって、複数の焼結層6a, 6b, 6c…を積層一体化させることによって、作製することができるが、上記の図17～図29の実施の形態を実施するにあたっては、各焼結層6a, 6b, 6c…を一層形成する毎に、加工手段15で仕上げ加工を行なうようにすることができる。

【0059】図39はその一例を示すものであり、昇降テーブル1の上で金属粉末2の層にレーザービームLを照射することによって焼結層6a, 6b, 6c…が既述の図2のようにして形成されるが、レーザービームLの照射で1層の焼結層6nの形成が終了すると、加工手段15をこの焼結層6nの外周端縁に沿う経路で移動させて加工することによって、この焼結層6nを仕上げ加工することができる。加工手段15bの加工経路は既述のように三次元CADデータやスライス断面データから生成されたNCデータによって設定することができる。そしてこの仕上げ加工を各焼結層6a, 6b, 6c…を一層形成する毎に行なうことによって、金属粉末焼結部品Aの造形の完了と同じに金属粉末焼結部品Aの表面の仕上げ加工も完了することができるものである。また、金属粉

末焼結部品Aの造形の装置から表面の仕上げの装置へ移し変えを行なうような手間を必要とすることなく同じ装置内で行なうことができるものである。

【0060】ここで、加工手段15はX-Y水平面方向に移動可能になっており、レーザービームLを照射して各焼結層6a, 6b, 6c…を形成している間は、レーザービームLと干渉しない位置に加工手段15を退避格納させておく。そして、1層分の焼結層6a, 6b, 6c…のレーザービームLの照射が完了した時点で、加工手段15を格納場所から焼結層6a, 6b, 6c…の上方位置に移動させて仕上げ加工を行ない、仕上げ加工が完了すると加工手段15を再度退避格納させて、次の層の焼結層6a, 6b, 6c…をレーザービームLで形成する。この作業を必要回数繰り返すようにするものである。

【0061】上記の例では、焼結層6a, 6b, 6c…を一層形成する毎に、加工手段15で仕上げ加工を行なうようにしたが、焼結層6a, 6b, 6c…を複数層形成する毎に、加工手段15で仕上げ加工を行なうようにすることもできる。すなわち、昇降テーブル1の上で金属粉末2の層にレーザービームLを照射して焼結・接合の操作を複数回繰り返して、複数層の焼結層6a, 6b, 6c…を形成する。このとき加工手段15の工具長さが例えば5mmであり、各焼結層6a, 6b, 6c…の厚みが0.05mmの場合、工具干渉が生じない程度の厚み4.5mmになるように90層の焼結層6a, 6b, 6c…を形成する。この時点で格納場所から加工手段15を引き出し、90層の各焼結層6a, 6b, 6c…の外周端縁に沿う経路で移動させて加工することによって、各焼結層6a, 6b, 6c…を仕上げ加工する。90層の焼結層6a, 6b, 6c…の仕上げ加工が終了すると、加工手段15を再度退避格納させて、次の90層の焼結層6a, 6b, 6c…をレーザービームLで形成する。この作業を必要回数繰り返すことによって、金属粉末焼結部品Aの造形の完了と同じに金属粉末焼結部品Aの表面の仕上げ加工も完了することができるものである。

【0062】上記のように焼結層6a, 6b, 6c…を一層形成する毎に、あるいは複数層形成する毎に、加工手段15で仕上げ加工を行なうにあたって、図40

(a)のようにレーザービームLの照射による焼結・接合で焼結層6a, 6b, 6c…を一層、あるいは複数層形成した後に、図40(b)のように焼結層6a, 6b, 6c…の一層分の厚み、あるいは複数層分の厚みの寸法で昇降テーブル1を上昇させ、昇降テーブル1上の各焼結層6a, 6b, 6c…の外周端縁を加工手段15で仕上げ加工するようにすることができる。このように昇降テーブル1を上昇させて仕上げ加工をするようにすれば、焼結層6a, 6b, 6c…の周囲に残る未焼結の金属粉末2が邪魔になることなく、仕上げ加工を行なうことができるものである。尚、図40の例では、加工手段

(11)

特開2000-73108

19

15として、焼結層6a、6b、6c…で使用了のと同様なレーザビームLを用いるようにしており、このように昇降テーブル1を上昇させた状態で仕上げ加工のためのレーザビームLを照射することによって、焼結層6a、6b、6c…の周囲の金属粉末2が焼結されて焼結層6a、6b、6c…に付着することを防ぐことができるものである。

【0063】上記のように昇降テーブル1を上昇させて仕上げ加工をするようにすれば、焼結層6a、6b、6c…の周囲に残る未焼結の金属粉末2が邪魔になることがなくなるが、金属粉末焼結部品Aを形成する焼結層6a、6b、6c…に凹部41が形成されていると、この凹部41内に未焼結の金属粉末2が残留し、仕上げ加工の際にこの残留する未焼結の金属粉末2が邪魔になる。そこで図41の例では、図41(a)のようにエアブロー42からエアを吹き付けるエアブローをおこなって、図41(b)のように凹部41内の未焼結の金属粉末2を吹き飛ばして除去するようにしている。このように凹部41内の未焼結の金属粉末2を除去することによって、凹部41内の未焼結の金属粉末2が邪魔になることなく、仕上げ加工を行なうことができるものである。特に加工手段15としてレーザビームLを用いる場合には、凹部41内の金属粉末2が焼結されて焼結層6a、6b、6c…に付着することを防ぐことができるものである。また、エアブロー42で焼結層6a、6b、6c…の周囲の未焼結の金属粉末2も吹き飛ばして除去するようにすれば、上記のように昇降テーブル1を特に上昇させるような必要がなくなるものである（勿論、昇降テーブル1を上昇させるようにしてもよい）。

【0064】図42の例は、凹部41内の未焼結の金属粉末2を吸引して除去するようにしたものであり、図42(a)のように吸引具43で凹部41内の未焼結の金属粉末2を吸引することによって、図42(b)のように凹部41内の未焼結の金属粉末2を除去することができる。このように凹部41内の未焼結の金属粉末2を除去することによって、凹部41内の未焼結の金属粉末2が邪魔になることなく、仕上げ加工を行なうことができるものである。特に加工手段15としてレーザビームLを用いる場合には、凹部41内の金属粉末2が焼結されて焼結層6a、6b、6c…に付着することを防ぐことができるものである。また、吸引具43で焼結層6a、6b、6c…の周囲の未焼結の金属粉末2も吸引して除去するようにすれば、上記のように昇降テーブル1を特に上昇させるような必要がなくなるものである（勿論、昇降テーブル1を上昇させるようにしてもよい）。

【0065】また、金属粉末2が磁性材料であれば、図43(a)のように磁石44に凹部41内の未焼結の金属粉末2を吸着させることによって、図43(b)のように凹部41内の未焼結の金属粉末2を除去することができる。このように凹部41内の未焼結の金属粉末2を

20

除去することによって、凹部41内の未焼結の金属粉末2が邪魔になることなく、仕上げ加工を行なうことができるものである。特に加工手段15としてレーザビームLを用いる場合には、凹部41内の金属粉末2が焼結されて焼結層6a、6b、6c…に付着することを防ぐことができるものである。また、磁石44で焼結層6a、6b、6c…の周囲の未焼結の金属粉末2も吸着して除去するようにすれば、上記のように昇降テーブル1を特に上昇させるような必要がなくなるものである（勿論、昇降テーブル1を上昇させるようにしてもよい）。

【0066】図44は請求項8の発明の実施の形態の一例を示すものであり、プラストノズル45からプラスト材を金属粉末焼結部品Aの表面に吹き付けるプラスト加工をすることによって、金属粉末焼結部品Aの表面をなす各焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20を除去し、金属粉末焼結部品Aの表面を平滑に仕上げるようにしたものである。プラスト材としては、例えば粒径が数 μm ～数百 μm のガラス球や鋼球などを用いることができ、プラスト材を吹き付ける圧力や速度を可変させることによって、仕上げ状態をコントロールすることができるものである。

【0067】ここで、金属粉末焼結部品Aの表面の全面に一度にプラスト材を吹き付けるようにプラスト加工すれば、金属粉末焼結部品Aの表面の仕上げ加工を効率的に行なうことができるものである。

【0068】また図45のように、完成された金属粉末焼結部品Aの各焼結層6a、6b、6c…の外周端縁に沿って加工経路でプラストノズル45を走査させながらプラスト加工することもできる。プラストノズル45の走査経路は、既述のように三次元CADデータやスライス断面データから生成されたNCデータによって設定することができる。そして各焼結層6a、6b、6c…の外周端縁から一定の距離を保ちながらNC制御された加工経路でプラストノズル45を走査させ、圧力や速度などのプラスト材の吹き付け条件を一定に固定して焼結層6a、6b、6c…の外周端縁をプラスト加工することによって、ばらつきのない均一な仕上げ加工を行なうことができるものである。

【0069】図46は請求項9の発明の実施の形態の一例を示すものであり、化学研磨を行なうことによって、金属粉末焼結部品Aの表面をなす各焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20を除去するようにしたものである。化学研磨としては、エッチング液等の腐食液46を用い、腐食液46に金属粉末焼結部品Aを浸漬したり、金属粉末焼結部品Aに腐食液46をスプレーしたりすることによって、各焼結層6a、6b、6c…の端縁の段差部分20を酸化させたり溶解させたりして除去し、金属粉末焼結部品Aの表面を滑らかに仕上げるることができるものである。エッチング液等の腐食液46としては、金属粉末焼結部品Aの材質に適合したものが選定

されるが、金属粉末焼結部品Aの金属が銅系であれば過硫酸アンモニウム水溶液、過硫酸ナトリウム水溶液、塩化第二銅エッチング液、塩化第二鉄エッチング液などを用いることができる。

【0070】このように化学研磨を行なうようにすれば、金属粉末焼結部品Aの表面の全面に対して均一な仕上げ加工が可能になるものである。また不要部分にはマスキングを施して化学研磨を行なえば、この部分を腐食から保護することができるものであり、必要な箇所だけを腐食液46の濃度と処理時間等の組み合わせ条件によって、腐食の量をコントロールしながら表面仕上げすることができるものである。

【0071】図47は請求項10の発明の実施の形態の一例を示すものであり、研磨材を含む液体の流れで研磨を行なうことによって、金属粉末焼結部品Aの表面をなす各焼結層6a, 6b, 6c…の端縁の段差部分20を除去するようにしたものである。すなわち、上下が開く筒状のシリンダー47の下端の開口内にピストン48を上下往復自在に配置してあり、シリンダー47内には水や油などの液体に研磨材を混合した研磨液49が入れてある。そして金属粉末焼結部品Aの表面仕上げをしたい部分をシリンダー47内にセットし、ピストン48を上下往復運動させることによって、図47の矢印のように研磨液49がシリンダー47内を上下に流動し、この研磨液49の流動に伴う研磨材の動きで金属粉末焼結部品Aの表面を研磨して仕上げ加工することができるものである。このように研磨材を含む研磨液49で研磨を行なうようにすれば、金属粉末焼結部品Aの表面の全面に対して均一な仕上げ加工が可能になるものである。

【0072】ここで、上記の研磨液49に含まれる研磨材50としては、金属粉末焼結部品Aの焼結粒子23間の空隙24（図15参照）の隙間寸法よりも粒径の大きいものを用いるのが好ましい。このような研磨材50を用いれば、研磨材50が金属粉末焼結部品Aの焼結粒子23間の空隙24に入り込むようなおそれなくなる。そして図48のように研磨材50を含む研磨液49中に金属粉末焼結部品Aを入れ、研磨液49を矢印のように往復回転させるように流動させることによって、金属粉末焼結部品Aの表面を研磨して仕上げ加工することもできる。このとき、研磨液49の流動の速度を可変にして研磨材50の動きに強弱を付けるようにすれば、表面の仕上げ加工の程度を調整することができる。

【0073】また、上記の研磨材50を含む研磨液49の液体として、既述の腐食液46を用いるようにすることもできるものであり、このようにすれば研磨材50と腐食液46を組み合わせた機械的研磨と化学的研磨の相乗効果で、金属粉末焼結部品Aの表面の仕上げ加工を効率良く行なうことができるものである。

【0074】さらに上記の研磨材50を含む研磨液49の液体として、高粘度のゲル状のものを用いるようにす

ることもできる。ゲル状の液体としては粘度50000 c p s 以上のシリコン樹脂などを用いることができる。ゲル状の研磨液49を用いて上記のように研磨を行なうようにすれば、金属粉末焼結部品Aの内部に研磨液49が浸透していくことを防ぐことができ、金属粉末焼結部品Aの内部が研磨液49で腐食されるようなことなく、金属粉末焼結部品Aの表面の仕上げ加工を行なうことができるものである。またゲル状の液体に既述の腐食液46を混合するようにすることもできるものであり、このようにすれば研磨材50と腐食液46を組み合わせた機械的研磨と化学的研磨の相乗効果で、金属粉末焼結部品Aの表面の仕上げ加工を効率良く行なうことができるものである。

【0075】尚、本発明において、金属粉末焼結部品Aの各焼結層1a, 1b, 1c…の端縁の表面仕上げを行なうだけでなく、金属粉末焼結部品Aの底面や上面についても表面仕上げを行なうことができるものである。

【0076】

【発明の効果】上記のように請求項1の発明は、金属粉末の層の所定箇所にレーザビームを照射して焼結させることによって焼結層を形成し、この焼結層の上に金属粉末の層を被覆すると共にこの金属粉末の所定箇所にレーザビームを照射して焼結させることによって下の焼結層と一体になった焼結層を形成し、これを繰り返すことによって複数の焼結層が積層一体化された金属粉末焼結部品を作製するにあたって、金属粉末焼結部品の作製後あるいは作製中に、金属粉末焼結部品の表面をなす各焼結層の端縁の突出する段差部分を除去するようにしたので、金属粉末焼結部品の表面の粗度を小さくすることができ、金属粉末焼結部品の表面を滑らかに形成することができるものである。

【0077】また請求項2の発明は、金属粉末焼結部品の表面と雌雄反転形状の表面を有する電極を用いて金属粉末焼結部品の表面を放電加工することによって、金属粉末焼結部品の表面をなす各焼結層の端縁の段差部分を除去するようにしたので、放電加工で金属粉末焼結部品の表面の粗度を小さくすることができ、金属粉末焼結部品の表面を滑らかに形成することができるものである。

【0078】また請求項3の発明は、上記電極として、請求項1の金属粉末焼結部品を作製する同じ方法で金属粉末を焼結して作製したものを用いるようにしたので、金属粉末焼結部品を作製する際に使用した三次元CADデータを用いて電極を作製することが可能になり、電極の設計が不要になると共に金属粉末焼結部品を作製する装置をそのまま用いて電極を作製することができるものである。

【0079】また請求項4の発明は、金属粉末焼結部品の表面と雌雄反転形状の表面を有する研磨具を金属粉末の焼結で作製し、金属粉末焼結部品と研磨具とを重ね合わせた状態で振動を与えることによって、金属粉末焼結

23

部品の表面をなす各焼結層の端縁の段差部分を除去するようにしたので、金属粉末焼結部品と研磨具の表面同士がぶつかり合いや擦り合わせて研磨を行なうことができ、金属粉末焼結部品の表面の粗度を小さくして、金属粉末焼結部品の表面を滑らかに形成することができるものである。

【0080】また請求項5の発明は、金属粉末焼結部品と研磨具との間に研磨砥粒を入れて振動を与えるようにしたので、研磨砥粒の作用で効率良く研磨をすることができ、金属粉末焼結部品の表面の粗度を小さくして、金属粉末焼結部品の表面を滑らかに形成することができるものである。

【0081】また請求項6の発明は、加工経路が数値制御された加工手段を用いて、金属粉末焼結部品の表面をなす各焼結層の端縁の段差部分を除去するようにしたので、金属焼結部品の表面に沿って数値制御しながら加工することができ、高精度に金属粉末焼結部品の表面の粗度を小さくして、金属粉末焼結部品の表面を滑らかに形成することができるものである。

【0082】また請求項7の発明は、金属粉末焼結部品の作製中に所定数の焼結層を形成した毎に、形成した焼結層の端縁の段差部分を除去するようにしたので、金属粉末焼結部品の造形の完了と同時に金属粉末焼結部品の表面の仕上げ加工も完了することができ、加工の効率を高めることができるものである。

【0083】また請求項8の発明は、ブラスト加工することによって、金属粉末焼結部品の表面をなす各焼結層の端縁の段差部分を除去するようにしたので、金属粉末焼結部品の表面の全面を同時にブラスト加工して仕上げ加工をすることが可能になり、金属粉末焼結部品の表面の仕上げ加工を効率的に行なうことができるものである。

【0084】また請求項9の発明は、化学研磨を行なうことによって、金属粉末焼結部品の表面をなす各焼結層の端縁の段差部分を除去するようにしたので、金属粉末焼結部品の表面の全面に対して均一な仕上げ加工が可能になるものである。

【0085】また請求項10の発明は、研磨材を含む液体の流れで研磨を行なうことによって、金属粉末焼結部品の表面をなす各焼結層の端縁の段差部分を除去するようにしたので、金属粉末焼結部品の表面の全面に対して均一な仕上げ加工が可能になるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における一例での仕上げ加工の前後を示すものであり、(a)は仕上げ加工前の金属粉末焼結部品の一部の拡大した断面図、(b)は仕上げ加工後の金属粉末焼結部品の一部の拡大した断面図である。

【図2】本発明の実施の形態における一例での金属粉末焼結部品の製造の各工程を示すものであり、(a)乃至

(13)

特開2000-73108

24

(e)はそれぞれ断面図である。

【図3】同上によって製造された金属粉末焼結部品の斜視図である。

【図4】(a)は設計された製品を示す斜視図、(b)は製品をスライスした各層を示す斜視図である。

【図5】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図6】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図7】同上の実施の形態での放電加工と表面粗さの関係を示すグラフである。

【図8】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図9】同上の実施の形態の一例を示すものであり

(a)は金属粉末焼結部品の斜視図、(b)は電極の斜視図、(c)は電極の斜視図である。

【図10】同上の実施の形態の一例を示すものであり

(a)は金属粉末焼結部品の斜視図、(b)は電極の斜視図、(c)は電極の斜視図である。

【図11】同上の実施の形態の一例における問題点を示す金属粉末焼結部品と電極の一部の断面図である。

【図12】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図13】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図14】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図15】同上の実施の形態の一例における問題点を示す金属粉末焼結部品を示すものであり、(a)、(b)はそれぞれ一部の拡大した断面図である。

【図16】同上の実施の形態の一例における問題点を解決した金属粉末焼結部品を示すものであり、(a)、(b)はそれぞれ一部の拡大した断面図である。

【図17】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図18】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図19】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図20】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図21】同上の実施の形態の一例における金属粉末焼結部品を示すものであり、(a)、(b)、(c)はそれぞれ一部の拡大した断面図である。

【図22】本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図23】同上の実施の形態の一例の一部の拡大図である。

【図24】本発明の実施の形態の一例を示す斜視図である。

(14)

特開2000-73108

25

【図25】 同上の実施の形態の一例の一部の拡大図である。

【図26】 本発明の実施の形態の一例を示すものであり、(a)はエンドミルの正面図、(b)は一部の拡大した断面図である。

【図27】 同上の実施の形態の一例の一部の拡大図である。

【図28】 本発明の実施の形態の一例を示す斜視図である。

【図29】 同上の実施の形態におけるエンドミルを示すものであり、(a)、(b)、(c)はそれぞれ斜視図である。

【図30】 本発明の実施の形態の一例におけるフロー図である。

【図31】 同上の実施の形態の一例を示す斜視図である。

【図32】 (a)は本発明の実施の形態の一例におけるレーザービームの走査経路を示す図、(b)は本発明の実施の形態の一例における加工手段の走査経路を示す図である。

【図33】 同上の実施の形態の一例におけるフロー図である。

【図34】 本発明の実施の形態の一例を示す斜視図である。

【図35】 同上の実施の形態におけるエンドミルの一部の拡大図である。

【図36】 本発明の実施の形態の一例を示す斜視図である。

【図37】 同上の実施の形態における金属粉末焼結部品の一部の斜視図である。

【図38】 (a)、(b)、(c)はそれぞれ同上の実

26

施の形態における金属粉末焼結部品の一部の斜視図である。

【図39】 本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図40】 本発明の実施の形態の一例を示すものであり、(a)、(b)はそれぞれ正面図である。

【図41】 本発明の実施の形態の一例を示すものであり、(a)、(b)はそれぞれ正面図である。

【図42】 本発明の実施の形態の一例を示すものであり、(a)、(b)はそれぞれ正面図である。

【図43】 本発明の実施の形態の一例を示すものであり、(a)、(b)はそれぞれ正面図である。

【図44】 本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図45】 本発明の実施の形態の一例を示す斜視図である。

【図46】 本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【図47】 本発明の実施の形態の一例を示す断面図である。

【図48】 本発明の実施の形態の一例を示す正面図である。

【符号の説明】

2 金属粉末

6 a, 6 b, 6 c 焼結層

11 電極

12 研磨具

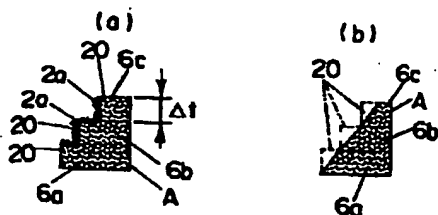
13 研磨砥粒

15 加工手段

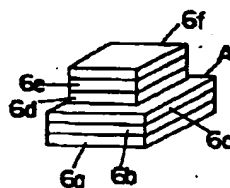
30 段差部分

【図1】

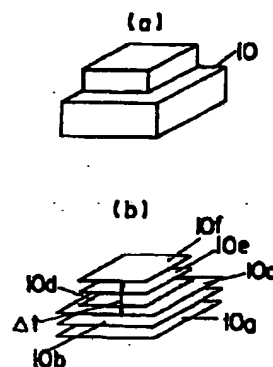
A 金属粉末焼結部品
6 a, 6 b, 6 c 焼結層
20 段差部分



【図3】



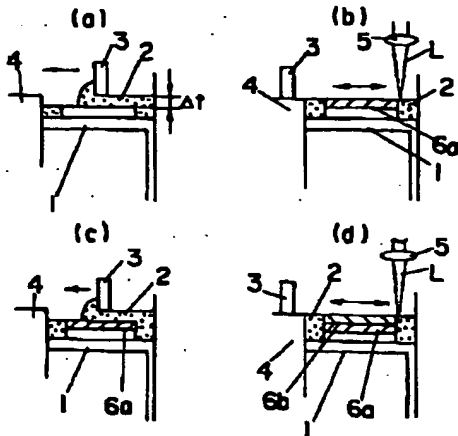
【図4】



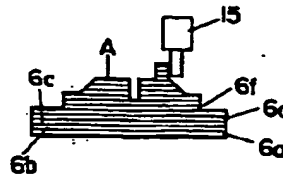
(15)

特開2000-73108

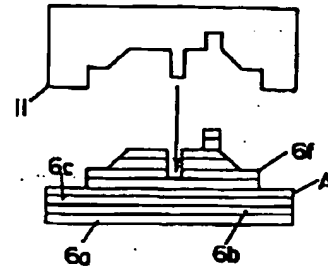
【図2】



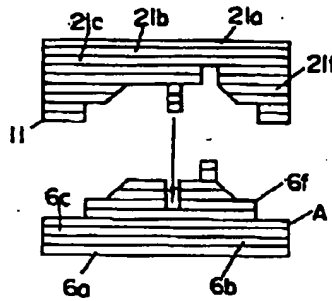
【図5】



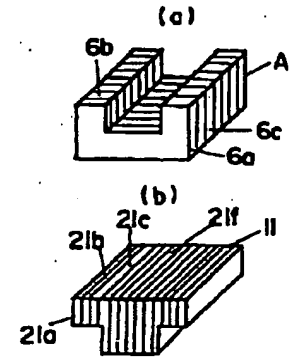
【図6】



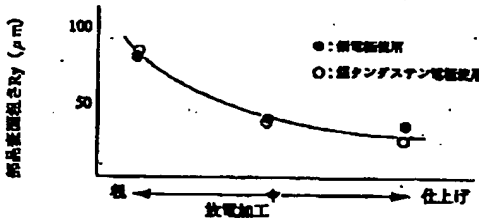
【図8】



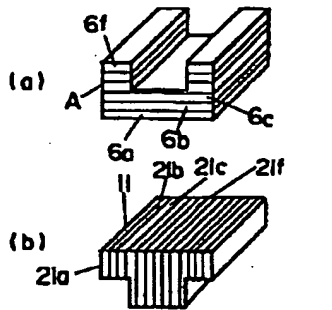
【図10】



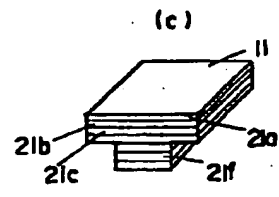
【図7】



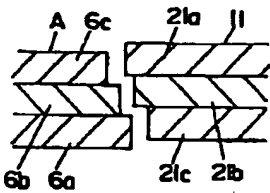
【図9】



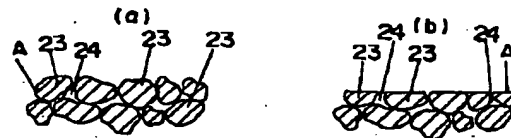
【図23】



【図11】



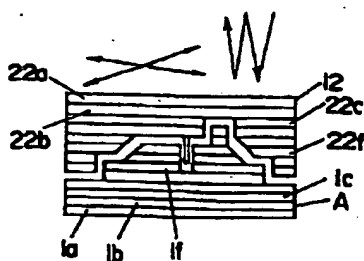
【図15】



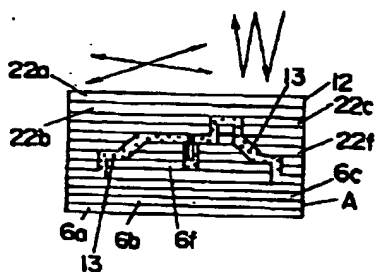
(16)

特開2000-73108

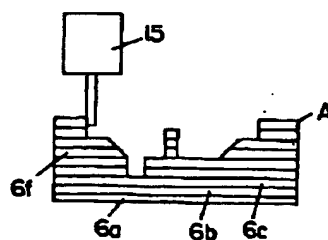
【図12】



【図13】

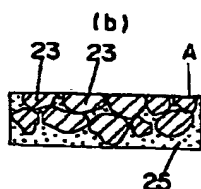
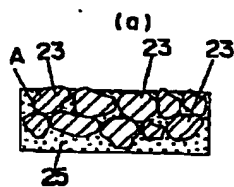


【図14】

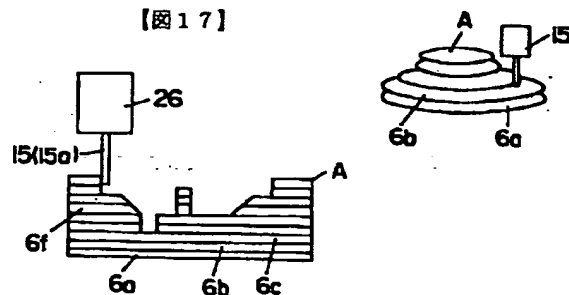


【図31】

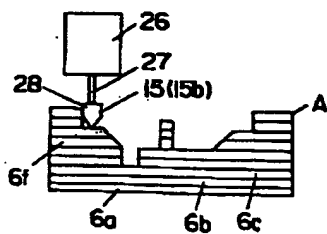
【図16】



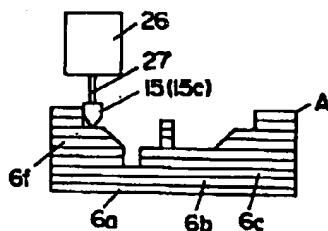
【図17】



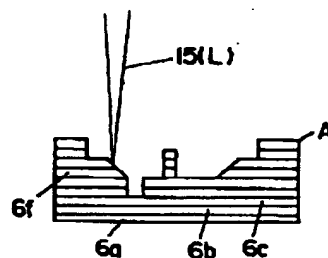
【図18】



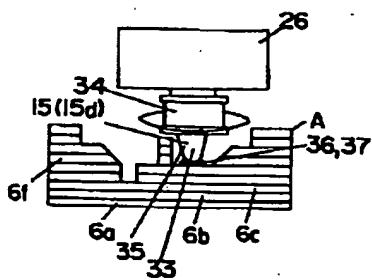
【図19】



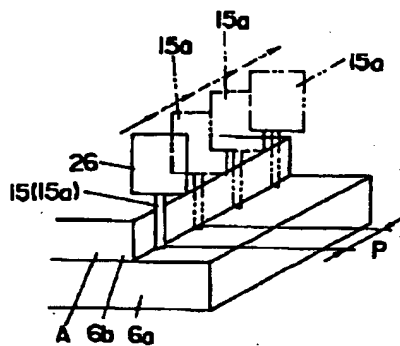
【図20】



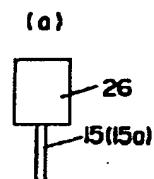
【図22】



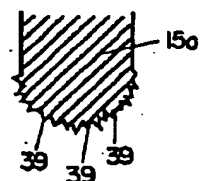
【図24】



【図26】



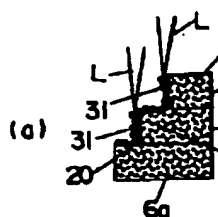
(b)



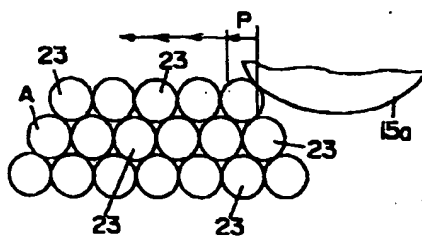
(17)

特開2000-73108

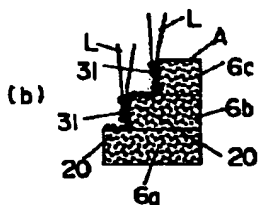
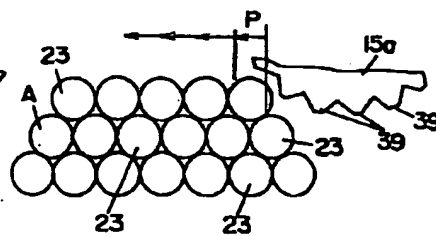
【図21】



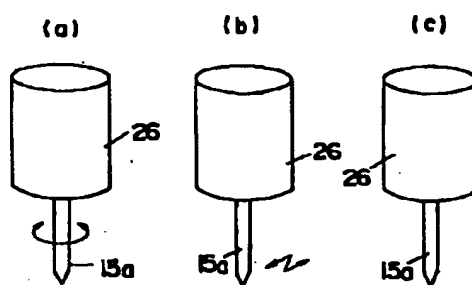
【図25】



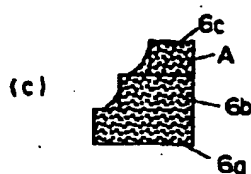
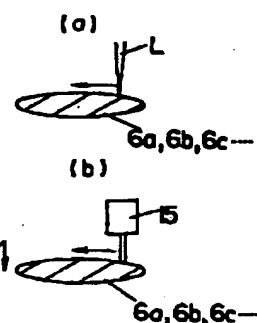
【図27】



【図29】



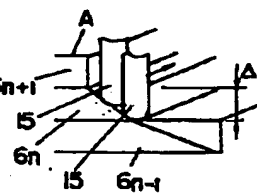
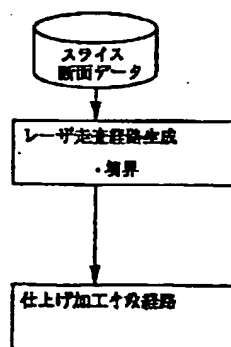
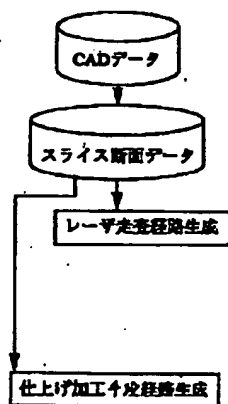
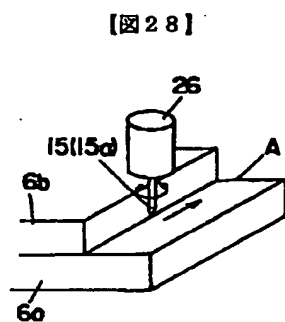
【図32】



【図30】

【図33】

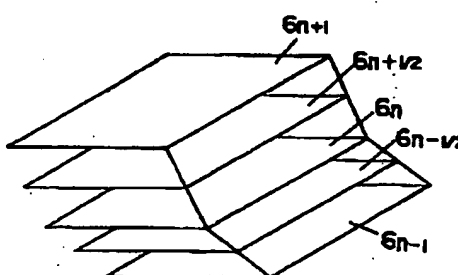
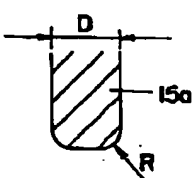
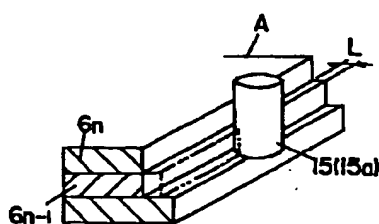
【図37】



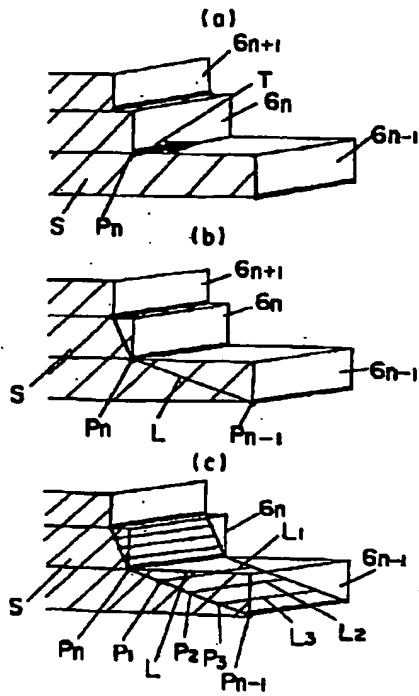
【図36】

【図34】

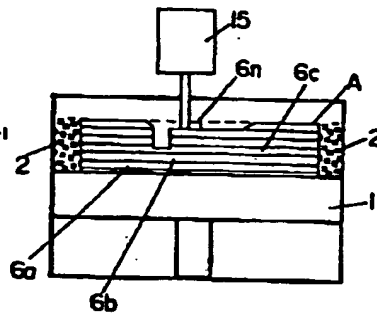
【図35】



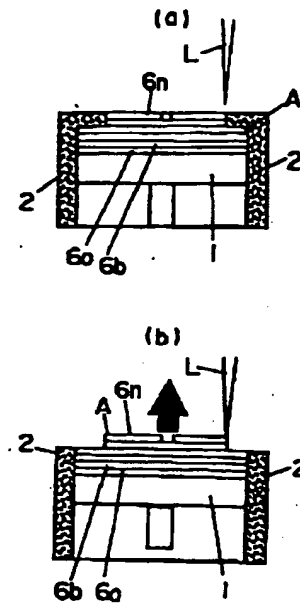
【図38】



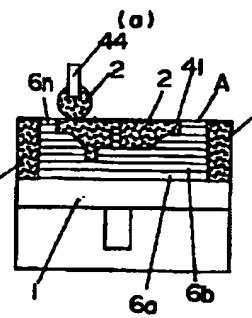
【図39】



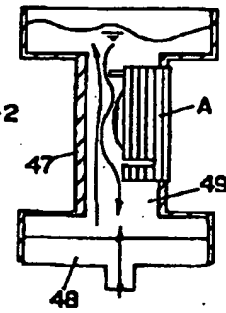
【図40】



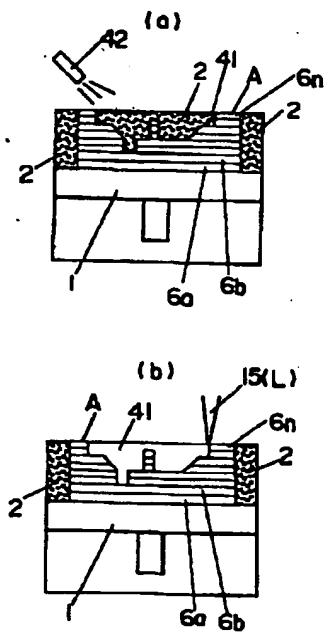
【図43】



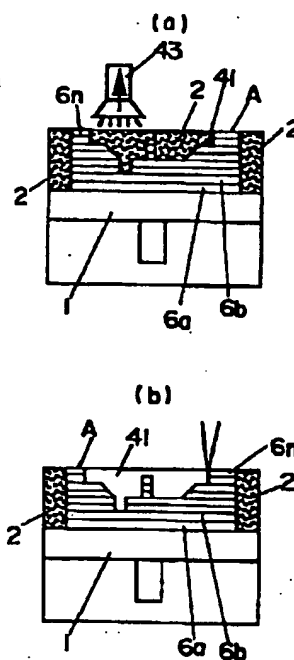
【図47】



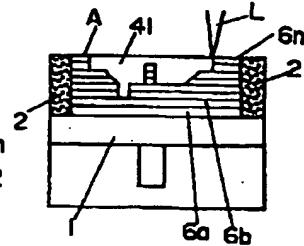
【図41】



【図42】



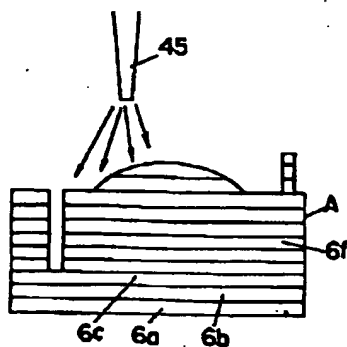
(b)



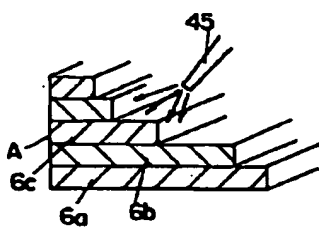
(19)

特開2000-73108

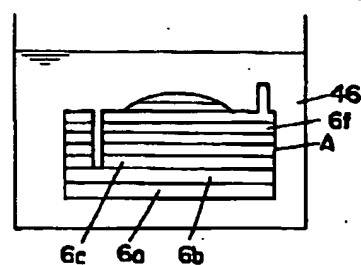
【図44】



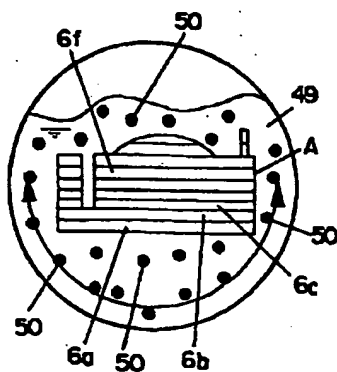
【図45】



【図46】



【図48】



フロントページの続き

(72)発明者 待田 精造

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 浦田 昇

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 不破 勲

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内Fターム(参考) 4K018 CA44 DA23 EA51 FA06 FA14
JA05

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.